

SISTEM TELEMETRI UNTUK MENDETEKSI POSISI ROBOT LINE TRACER MENGUNAKAN TLP 433,92-RLP 433,92

Jons Andry Muara

Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email : muara_andry@yahoo.co.id

Abstrak

Sistem telemetri adalah sistem pengukuran dimana pengamat bisa melakukan pengukuran dari tempat yang berbeda, artinya pengukuran yang pengiriman datanya tanpa menggunakan kabel (nirkabel). Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan sistem telemetri pada robot *line tracer* untuk mendeteksi posisi robot dengan menggunakan modul TLP 433 dan RLP 433 sebagai pengirim dan penerima data dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 433 MHz. Modul pengirim TLP 433 dan penerima RLP 433 ini menggunakan protokol komunikasi mikrokontroler yang bernama UART (*Universal Asynchronous Serial Receiver/Transmitter*) dengan modulasi ASK (*Amplitude Shift Keying*). Pengukuran dilakukan di ruang terbuka (tanpa penghalang) dengan jarak interval 5-100 meter dengan data yang dikirim adalah 16 sensor dengan data ADC 8-bit. Kemudian antara pengirim dan penerima diberikan penghalang berupa beton dan kaca. Hasil yang diperoleh pada ruang terbuka tidak terjadi gangguan, artinya modul TLP 433 dan RLP 433 dapat beroperasi dengan baik pada jarak 100 meter dalam kondisi pada ruang terbuka. Sedangkan pada penghalang beton, pada jarak 5-20 meter data yang dikirim dengan data yang diterima masih sama, pada jarak 25 meter sudah tidak mampu mengirimkan data atau kondisi *error*. Hal ini dikarenakan sinyal yang diterima oleh robot melemah akibat pengaruh proses refleksi, refraksi, absorpsi dan difraksi. Selain faktor-faktor ini bentuk besi yang dirangkai sebagai otot beton juga menyerupai sangkar Faraday yang dapat meredam radiasi elektromagnetik, hal inilah yang menjadikan beton sebagai penghalang yang paling mengganggu proses transmisi data dalam percobaan ini. Sedangkan pada penghalang kaca, pada jarak 5-35 meter data yang dikirim dengan data yang diterima masih sama, pada jarak 40 meter sudah tidak mampu mengirimkan data atau kondisi *error*. Hal ini dikarenakan kaca yang menjadi penghalang memantulkan sinyal gelombang radio secara acak (difraksi). Dari hasil data yang diperoleh, menunjukkan bahwa terdapat tingkat perbedaan nilai sensor pada garis lurus, pertigaan, dan perempatan. Perbedaan data ini mengindikasikan bahwa robot dapat mengenali posisi ketika berada pada garis lurus, pertigaan, atau perempatan. Pada penelitian selanjutnya, bisa diatasi dengan menggunakan modul *transceiver* yang memiliki daya lebih kuat, sehingga bisa meminimalisir data yang *error*.

Kata Kunci: telemetri, robot *line tracer*, ASK, UART.

Abstract

Telemetry system is a system of measurement in which the observer can take measurements from different places, meaning measurement data transmission without cables (wireless). In this study, researchers developed a telemetry system on the robot line tracer to detect the position of the robot by using TLP 433 and RLP 433 module as the sender and receiver of data by utilizing the 433 MHz frequency radio waves. Module sender TLP 433 and the receiver RLP 433 uses a communication protocol named microcontroller UART (Universal Serial Asynchronous Receiver / Transmitter) with modulation ASK (Amplitude Shift Keying). Measurements carried out in an open space (without barrier) with a distance 5-100 meter intervals with the data sent by the sensor is 16 8-bit ADC data. Then between the sender and receiver are given in the form of concrete and glass barrier. The results obtained in an open space without any disturbance, meaning TLP 433 and RLP 433 module can operate well at a distance of 100 meters in open space conditions. While the concrete barrier, at a distance of 5-20 meters of data sent to the data received is the same, at a distance of 25 meters were not able to transmit data or an error condition. This is because the signal received by the robots weakened by the influence of the process of reflection, refraction, absorption and diffraction. In addition to these factors as a form of iron that is assembled concrete muscle also resembles the Faraday cage, which can reduce electromagnetic radiation, it is this which makes the concrete barrier as the most disturbing data transmission process in this experiment. While the glass barrier, at a distance of 5-35 meters of data sent to the data received is the same, at a distance of 40 meters were not able to transmit data or an error condition. This is because glass is a barrier reflects radio waves at random signal (diffraction). From the results of the data obtained, showing that there is a difference level sensor values on a straight line, junction and crossroad. The difference of these data indicates that the position of the robot can recognize when it is in a straight line, junction, or intersection. In a subsequent study, can be overcome by using a transceiver module that has a stronger power, so that it can minimize the data error.

Keywords: telemetry, line tracer robot, ASK, UART.

PENDAHULUAN

Perkembangan sistem pengukuran telah mengalami kemajuan yang pesat, salah satunya adalah pengembangan sistem pengukuran nirkabel. Pengukuran secara nirkabel banyak dimanfaatkan untuk pengukuran jarak jauh yang juga disebut sebagai sistem telemetry yang mana tele artinya jauh dan metri artinya pengukuran. Sistem telemetry sering digunakan untuk pengukuran di daerah-daerah yang sukar untuk dijangkau manusia sebagai operator seperti gunung, gua atau lembah. . Pemantauan yang terus-menerus tidak memungkinkan petugas untuk melakukan pengukuran secara terus-menerus, sehingga petugas cukup meletakkan alat ukur pada tempat pengukuran dan dapat dipantau dari tempat lain. Sistem telemetry sendiri pada umumnya untuk pengiriman datanya menggunakan radio frekuensi. Karena pengiriman datanya nirkabel (tanpa kabel) bisa juga digunakan untuk mengirimkan data dari benda bergerak seperti pada roket dan robot.

Salah satu sistem pengiriman data secara nirkabel yang banyak dikembangkan adalah dengan memanfaatkan gelombang radio. Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang transversal yang dapat merambat tanpa memerlukan medium. Dalam mengirimkan informasi, gelombang elektromagnetik menggunakan gelombang pembawa (*carrier*) sebagai pembawa informasi. Gelombang pembawa dan informasi dimodulasi dan dikirimkan melalui pengirim (*transmitter*) ke penerima (*receiver*). Gelombang termodulasi yang diterima *receiver* selanjutnya didemodulasi sehingga informasi dapat diterima dengan baik.

Berdasarkan latar belakang yang telah peneliti jelaskan, maka pada penelitian ini peneliti membuat prototipe alat pendeteksi posisi pada robot *line tracer* dengan memanfaatkan pengiriman data dengan gelombang elektromagnetik. Diharapkan, dari prototipe ini bisa dikembangkan sistem pengukuran data serupa untuk pengukuran yang lain.

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang di atas, maka permasalahan dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut: (1) Bagaimana kajian fisika yang relevan dengan pengiriman data melalui gelombang elektromagnetik? (2) Bagaimana merancang dan menerapkan pengiriman data berbasis transmisi gelombang elektromagnetik dengan modul TLP/RLP 433 untuk mengetahui posisi robot *line tracer*? (3) Bagaimana cara menguji dan menganalisa transmisi gelombang elektromagnetik dengan memberikan

beberapa jenis penghalang antara pengirim (robot) dan penerima?

Berdasarkan permasalahan penelitian yang diajukan, maka tujuan penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut: (1) Melakukan pengkajian fisika yang relevan dengan pengiriman data melalui transmisi gelombang elektromagnetik. (2) Merancang dan menerapkan pengiriman data berbasis transmisi gelombang elektromagnetik dengan modul TLP/RLP 433 untuk mengetahui posisi robot *line tracer*. (3) Menguji dan menganalisa transmisi gelombang elektromagnetik dengan memberikan beberapa jenis penghalang antara pengirim pada robot dan penerima.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneiti, civitas akademika Jurusan Fisika FMIPA Unesa dan masyarakat sebagai berikut: (1) Prototipe hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai sarana belajar bagi peneliti maupun civitas akademika Jurusan Fisika FMIPA UNESA untuk proses pengiriman data nirkabel tingkat dasar. (2) Prototipe dapat digunakan untuk pembacaan sensor benda bergerak seperti penampilan data sensor garis dan dapat memonitor *error* secara praktis.

Faraday menemukan bahwa perubahan medan magnet dapat menghasilkan gaya gerak listrik terinduksi atau medan listrik. Ketika suatu gelombang dipancarkan dari suatu medium lain maka gelombang tersebut ketika sampai pada bidang batas sebagian akan ditransmisikan ke medium pertama dan sebagian lagi akan diteruskan ke medium kedua. Jika bidangnya merupakan dielektrik sempurna, maka sebagian energi diteruskan dan sebagian lagi dipantulkan tanpa ada energi yang hilang terserap. Jika medium kedua merupakan penghantar yang sempurna, maka seluruh energi akan dipantulkan kembali tanpa ada yang hilang, begitu juga sebaliknya.

Multiplexer adalah suatu rangkaian atau piranti dimana jalur data yang banyak diseleksi tiap channel-nya kedalam sebuah jalur keluran tunggal. Modulasi adalah proses perubahan (*varying*) suatu gelombang periodik sehingga menjadikan suatu sinyal mampu membawa suatu informasi. Dengan proses modulasi, suatu informasi (biasanya berfrekuensi rendah) bisa dimasukkan ke dalam suatu gelombang pembawa, biasanya berupa gelombang sinus berfrekuensi tinggi. Dalam modulasi analog, proses modulasi merupakan respon atas informasi sinyal analog. Modulasi digital merupakan proses penumpangan sinyal digital (*bit stream*) ke dalam sinyal *carrier*. Modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan

tertentu (misalnya 1 Volt) dan sinyal digital 0 sebagai sinyal digital dengan tegangan 0 Volt.

TLP 433,92 adalah pemancar dengan jenis modulasi sinyal digital ASK dan memiliki frekuensi gelombang pembawa sebesar 433,92 MHz. RLP 433,92 adalah penerima gelombang radio yang dapat melakukan proses demodulasi sinyal digital yang dikirim dengan modulasi ASK dengan frekuensi gelombang pembawa sebesar 433,92 MHz. Mikrokontroler atau mikroprosesor adalah suatu sistem yang terdiri atas mikroprosesor, memori, *input/output* dan jalur *bus* data dalam satu kemasan (*single chip*). Pada sistem Telemetry, mikrokontroler berfungsi mengatur besar keluaran sumber tegangan (*voltage source*), mengatur kerja ADC, mengolah data hasil pengukuran dan menampilkan hasil pengukuran.

Line Tracer Robot dalam istilah Indonesia adalah Robot Penjejak Garis merupakan salah satu *mobile robot* yang masih bersifat *autonomous* yang bertugas untuk bergerak ke suatu tujuan dengan media garis penuntun sebagai *route*. Garis yang dimaksud adalah garis berwarna hitam diatas permukaan berwarna putih atau sebaliknya, ada juga lintasan dengan warna lain dengan permukaan yang kontras dengan warna garisnya.

Antena dapat didefinisikan sebagai sebuah atau sekelompok konduktor yang digunakan untuk memancarkan atau meneruskan gelombang elektromagnetik menuju ruang bebas atau menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas. Energi listrik dari pemancar dikonversi menjadi gelombang.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian yang memiliki jenis penelitian eksperimen berbasis laboratorium. Pada tahap pertama dalam melaksanakan penelitian ini yaitu persiapan dengan langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu mengidentifikasi masalah dan penelusuran pustaka. Pada tahap kedua dalam melaksanakan penelitian ini yaitu tahap perancangan dan pembuatan sistem. Pada tahap ketiga dalam melaksanakan penelitian ini yaitu pengujian dan pelaporan hasil dengan langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu mengkalibrasi sistem, pengambilan data, dan analisis data. Dari hasil analisa data yang diperoleh dilakukan pelaporan hasil penelitian.

Dalam penelitian ini variabel yang harus dikontrol adalah tegangan catu daya *transmitter* dan *receiver* sebesar 5 volt, IC *multiplexser* 4051 memiliki 8 channel input ADC yang diubah menjadi output tunggal ADC dan diproses kedalam mikrokontroler. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika Dasar dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya.

Pada penelitian ini dilakukan pengiriman data dengan menggunakan sistem Telemetry 16 data ADC 8-bit sehingga dapat mengirimkan data yang akurat. Jarak antara transmitter dan receiver dibuat tetap dan pada transmitter diberikan masukan berupa data sensor proximity yang nantinya dapat diubah-ubah.

Teknik analisis data dalam penelitian ini didapatkan dengan memberikan data ADC pada *transmitter* kemudian dikirimkan dan diterima oleh *receiver* yang selanjutnya diproses oleh mikrokontroler untuk ditampilkan pada display sistem *receiver*nya. Setelah diketahui data yang diterima oleh *receiver* kemudian dibandingkan dengan data yang dikirim oleh *transmitter*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini perancangan alat dilaksanakan dalam dua tahap yaitu perancangan sistem transmisi data berbasis mikrokontroler dan modul TLP/RLP 433,92 dan perancangan robot yang akan dimonitoring posisinya.

Pada pengambilan data untuk mengetahui jangkauan transmisi data antara pemancar dan penerima dengan interval 5 meter didapatkan data dengan keterangan bahwa jika sensor terkena warna putih, maka nilai ADC sensornya <10 desimal, dan jika sensor terkena warna hitam, maka nilai ADC sensornya >100 desimal. Dalam pengambilan data, metode yang digunakan oleh peneliti adalah memanfaatkan program perulangan dengan menggunakan protokol *start* bit, kemudian isi data disampaikan oleh *transmitter*, setelah itu *stop* bit dikirimkan juga oleh *transmitter*. Metode ini peneliti gunakan agar jika nilai yang dikirim oleh *transmitter* dan diterima oleh *receiver* tidak sama, maka proses tentunya tidak akan terkirim, karena yang dikirim adalah nilai sensor yang mempunyai rentang antara 0-255.

Berikut ini disajikan data untuk mengetahui jangkauan transmisi data antara pemancar dan penerima dengan interval 5 meter pada ruang terbuka. Ruang terbuka yang dimaksud disini adalah kondisi pengiriman data tanpa penghalang. Terdapat 16 macam data pembacaan sensor yang dikirim yaitu : Data 1, Data 2, Data 3, Data 4, Data 5, Data 6, Data 7, Data 8, Data 9, Data 10, Data 11, Data 12, Data 13, Data 14, Data 15, Data 16. Keenambelas data tersebut merupakan data ADC dan semuanya terkirim sampai jarak 100 meter, jadi dapat disimpulkan bahwa modul TLP 433 dan RLP 433 dapat beroperasi dengan baik pada jarak 100 meter dalam kondisi pada ruang terbuka. Hal ini sesuai dengan informasi pada *datasheet*.

Tabel 1. Data Jarak Tanpa Penghalang (Sensor berada pada garis warna putih).

Jarak meter	Data ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
10	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
15	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
20	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
25	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
30	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
35	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
40	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
45	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
50	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
55	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
60	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
65	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
70	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
75	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
80	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
85	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
90	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
95	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008
100	008	008	008	009	008	008	008	008	008	008	008	009	008	008	008	008

Data di atas adalah data sensor pada saat sensor terkena garis warna putih. Sedangkan data untuk mengetahui jangkauan transmisi data antara pemancar dan penerima dengan interval 5 meter pada ruang terbuka (kondisi pengiriman data tanpa penghalang) pada saat sensor terkena garis warna hitam juga terdapat 16 macam data pembacaan sensor yang dikirim yaitu : Data 1, Data 2, Data 3, Data 4, Data 5, Data 6, Data 7, Data 8, Data 9, Data 10, Data 11, Data 12, Data 13, Data 14, Data 15, Data 16. Data sensor tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Data Jarak Tanpa Penghalang (Sensor berada pada garis warna hitam).

Jarak meter	Data ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
10	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
15	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
20	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
25	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
30	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
35	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
40	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
45	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
50	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
55	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
60	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
65	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
70	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
75	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
80	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
85	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
90	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
95	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200
100	160	153	187	190	155	173	152	195	201	188	169	170	181	152	168	200

Setelah melakukan pengambilan data pada ruang terbuka, maka dilakukan pengambilan data pada ruang tertutup guna mengetahui pengaruh halangan pada proses transmisi data. Dalam pengambilan data, metode yang dilakukan oleh peneliti adalah semua sensor dikondisikan terkena garis warna putih kemudian diukur jarak kira-kira dengan interval 5m sampai 20m dengan penghalang beton. Karena jika sampai lebih dari 20 meter, maka receiver tidak akan menangkap data *start* bit. jika data *start* bit tidak tertangkap oleh *receiver*, maka *receiver* menampilkan data *error* atau menampilkan karakter yang kacau namun tidak ada nilai yang tertangkap. Sedangkan pada penghalang kaca, metode yang digunakan hampir sama dengan penghalang beton, namun perbedaannya jika menggunakan penghalang kaca dapat diukur jarak kira-kira dengan interval antara 5m sampai 35m. Beton yang digunakan dalam penelitian ini merupakan beton bertulang yang mempunyai ketebalan ± 20 cm. Sedangkan kaca yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaca bening yang mempunyai ketebalan ± 5 mm. Berikut ini merupakan data pada ruang tertutup dengan menggunakan penghalang beton dan penghalang kaca.

Tabel 3. Data Jarak dengan penghalang Beton (Sensor berada pada garis warna putih)

Jarak (meter)	Data ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	008	008	008	008	009	009	008	010	009	008	009	008	009	009	010	009
10	008	008	008	008	009	009	008	010	009	008	009	008	009	009	010	009
15	008	008	008	008	009	009	008	010	009	008	009	008	009	009	010	009
20	008	008	008	008	009	009	008	010	009	008	009	008	009	009	010	009

Tabel 4. Data Jarak dengan penghalang Beton (Sensor berada pada garis warna hitam)

Jarak (meter)	Data ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	187	196	155	164	160	178	159	192	201	188	190	175	192	185	158	199
10	187	196	155	164	160	178	159	192	201	188	190	175	192	185	158	199
15	187	196	155	164	160	178	159	192	201	188	190	175	192	185	158	199
20	187	196	155	164	160	178	159	192	201	188	190	175	192	185	158	199

Tabel 5. Data Jarak dengan penghalang Kaca (Sensor berada pada garis warna putih)

Jarak (meter)	Data ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	009	008	008	009	010	009	008	008	008	010	008	008	008	009	008	009
10	009	008	008	009	010	009	008	008	008	010	008	008	008	009	008	009
15	009	008	008	009	010	009	008	008	008	010	008	008	008	009	008	009
20	009	008	008	009	010	009	008	008	008	010	008	008	008	009	008	009
25	009	008	008	009	010	009	008	008	008	010	008	008	008	009	008	009
30	009	008	008	009	010	009	008	008	008	010	008	008	008	009	008	009
35	009	008	008	009	010	009	008	008	008	010	008	008	008	009	008	009

Tabel 6. Data Jarak dengan penghalang Kaca (Sensor berada pada garis warna hitam)

Jarak (meter)	Data ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	167	153	172	184	190	178	192	180	162	194	188	203	192	180	162	173
10	167	153	172	184	190	178	192	180	162	194	188	203	192	180	162	173
15	167	153	172	184	190	178	192	180	162	194	188	203	192	180	162	173
20	167	153	172	184	190	178	192	180	162	194	188	203	192	180	162	173
25	167	153	172	184	190	178	192	180	162	194	188	203	192	180	162	173
30	167	153	172	184	190	178	192	180	162	194	188	203	192	180	162	173
35	167	153	172	184	190	178	192	180	162	194	188	203	192	180	162	173

Ruang tertutup yang dimaksud disini adalah kondisi pengiriman data dengan penghalang (1) beton dan (2) kaca. Terdapat 16 macam data pembacaan sensor yang dikirim yaitu : Data1, Data2, Data3, Data4, Data 5, Data 6, Data 7, Data 8, Data 9, Data 10, Data 11, Data 12, Data 13, Data 14, Data 15, Data 16.

Transmisi gelombang elektromagnetik dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu refleksi, refraksi, difraksi, *scattering* dan absorpsi. Untuk penghalang beton, pada jarak 5-20 meter data yang dikirim dengan data yang diterima masih sama, pada jarak 25 meter sudah tidak mampu mengirimkan data atau kondisi *error*. Hal ini dikarenakan sinyal yang diterima oleh robot melemah akibat pengaruh beton tersebut, komposisi beton terdiri dari gabungan material-material padat yang berbeda kerapatannya seperti semen, pasir, batu, dan besi. Proses refleksi dapat terjadi akibat permukaan halus pada beton, proses refraksi dapat terjadi akibat perbedaan kerapatan material penyusun beton tersebut, proses difraksi dapat terjadi akibat bentuk fisik dari beton tersebut, proses absorpsi juga dapat terjadi akibat bahan-bahan penyusun beton tersebut. Selain faktor-faktor ini bentuk besi yang dirangkai sebagai otot beton juga menyerupai sangkar faraday yang dapat meredam radiasi elektromagnetik, hal inilah yang menjadikan beton sebagai penghalang yang paling mengganggu proses transmisi data dalam percobaan ini. sedangkan untuk penghalang kaca, pada jarak 5-35 meter data yang dikirim dengan data yang diterima masih sama, pada jarak 40 meter sudah tidak mampu mengirimkan data atau kondisi *error*. Hal ini dikarenakan kaca yang menjadi penghalang memantulkan sinyal gelombang radio secara acak (proses difraksi). Jadi, dapat dikatakan bahwa jarak jangkauan transmisi dipengaruhi oleh proses refleksi, refraksi, difraksi dan absorpsi.

Pada penelitian ini, peneliti tidak mengambil data di ruang terbuka untuk waktu/cuaca yang berbeda karena pada ruang terbuka jarang terjadi *error* pada proses pengiriman data yang dilakukan.

Setelah melakukan pengambilan data pada ruang terbuka dan dengan penghalang, maka dilakukan pengambilan data posisi robot guna mengetahui pengaruh perempatan dan pertigaan pada proses transmisi data. Berikut ini merupakan data untuk mengetahui posisi robot.

Tabel 7. Data posisi robot pada garis lurus

Data ke-	Sensor ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	007	008	008	007	006	007	008	166	007	007	007	006	007	006	007	007
2	007	008	008	007	006	007	143	007	007	007	007	007	007	008	007	007
3	007	008	008	007	006	007	140	132	006	007	007	007	007	006	007	007

Pada garis lurus, *display* robot dan *display* pengamat hanya dua sensor yang terkena warna hitam .dengan nilai >10 bilangan decimal ADC 8-bit. Idealnya sensor yang terkena ada lah posisi ditengah dari keenambelas sensor yang ada. Dikarenakan posisi ideal antara kecepatan motor kanan dan kiri sama kecepatan sama dengan arah yang sama.

Tabel 8. Data posisi robot pada pertigaan

Data ke-	Sensor ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	007	008	008	007	006	007	007	007	106	007	007	008	007	063	097	107
2	007	008	008	007	006	007	007	161	114	107	107	097	167	086	007	007
3	007	008	008	007	006	007	008	156	107	107	097	086	107	086	147	167

Pada pertigaan *display* nilai sensor pada robot dan *display* pengamat menunjukan bahwa sensor 12 kanan dan posisi tengah memiliki besaran >10 bilangan desimal ADC 8-bit.

Tabel 9. Data posisi robot pada perempatan

Data ke-	Sensor ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	007	008	008	007	006	108	167	008	104	163	095	086	167	086	147	096
2	007	008	008	007	006	007	009	152	055	007	007	007	062	065	155	104
3	164	179	183	114	089	117	194	160	113	143	102	098	163	075	146	072

Pada perempatan *display* nilai sensor pada robot dan *display* pengamat menunjukan bahwa sensor kanan sensor kiri dan posisi tengah memiliki besaran >10 bilangan decimal ADC 8-bit.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pembahasan data penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : (1) Pengiriman data melalui transmisi gelombang elektromagnetik dapat diaplikasikan untuk sistem telemetry dengan memanfaatkan salah satu dari spektrum gelombang elektromagnetik yaitu gelombang radio. (2) Dari hasil data yang diperoleh, menunjukkan bahwa terdapat tingkat perbedaan nilai sensor pada garis lurus, pertigaan, dan perempatan. Perbedaan data ini mengindikasikan bahwa robot dapat mengenali posisi ketika berada pada garis lurus, pertigaan, atau perempatan. (3) Pada penelitian ini telah dirancang sistem pengendalian jarak jauh tanpa menggunakan kabel menggunakan modul pemancar TLP433 dan modul penerima RLP433. Robot tersebut dapat beroperasi

hingga jarak 100 meter pada ruang terbuka. Robot dapat mengirimkan data hingga jarak 20 meter pada penghalang beton dan jarak 35 meter pada penghalang kaca.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu : Dalam penelitian selanjutnya sebaiknya pengiriman data dengan menggunakan modul *transceiver* yang mempunyai daya lebih kuat, sehingga bisa meminimalisir data yang *error*.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, Heri. 2008. *Program Mikrokontroler AVR ATMEGA16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Bandung: Informatika.
- Brendley, Keith. 2005. *Starting Electronics Third Edition*. British: Newnes.
- Raymond A. Serway. 2004. *Physics For Scientist and engineering*. Emeritus, James Madison University.
- Sutrisno.1987.*Elektronika 2 Teori dan Penerapannya*. Bandung: ITB.
- Sumartono P.S. 1994. *Fisika, FMIPA-UGM*. Yogyakarta: UGM Press.
- Wasito S. 1984. *Vademekum Elektronika Edisi Kedua*. Jakarta: Gramedia
- Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroler AVR Atmega 8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*.Bandung: Informatika.